

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2004-100041  
(43)Date of publication of application : 02.04.2004

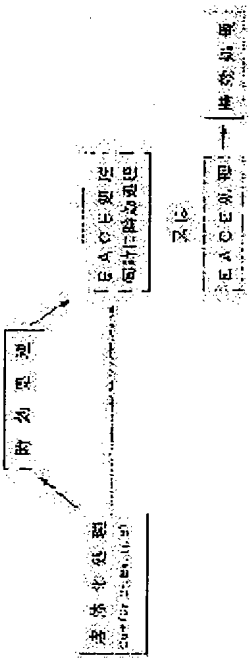
(51)Int.Cl. C22C 9/00  
// B23K 11/30

(21)Application number : 2003-198393 (71)Applicant : HONDA MOTOR CO LTD  
(22)Date of filing : 17.07.2003 (72)Inventor : FUNAKI MITSUHIRO  
BABA DAIKI  
OYAMA MASAYA  
HORIMUKI TOSHIYUKI

(30)Priority  
Priority number : 2002210152 Priority date : 18.07.2002 Priority country : JP

(54) COPPER ALLOY

(57)Abstract:  
PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a copper alloy which is suitable for electrode materials for welding, materials for connectors of electrically-powered cars, etc., and is excellent in mechanical strength and thermal and electrical characteristics.  
SOLUTION: An elements, such as Cr, is sufficiently solutionized to parent metal (Cu) at an elevated temperature and is then rapidly cooled to obtain material of a supersaturated state. A strain is applied to this material and further, the material is subjected to aging treatment at a low temperature simultaneously with the impartation of the strain or after the strain is imparted thereto. The copper alloy having the characteristics desirable as the electrode material, for example, hardness of  $\geq 30$  (HRB), electrical conductivity of  $\geq 85$  (IACS%) and thermal conductivity of  $\geq 350$  (W/(mxK)) is obtained.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 27.05.2004  
[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-100041

(P2004-100041A)

(43) 公開日 平成16年4月2日(2004.4.2)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>C22C 9/00  
// B23K 11/30

F1

C22C 9/00  
B23K 11/30 320

テーマコード (参照)

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2003-198393 (P2003-198393)  
 (22) 出願日 平成15年7月17日 (2003. 7. 17)  
 (31) 優先権主張番号 特願2002-210152 (P2002-210152)  
 (32) 優先日 平成14年7月18日 (2002. 7. 18)  
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(71) 出願人 000005326  
 本田技研工業株式会社  
 東京都港区南青山二丁目1番1号  
 (74) 代理人 100085257  
 弁理士 小山 有  
 (74) 代理人 100103126  
 弁理士 片岡 修  
 (72) 発明者 鈴木 光弘  
 埼玉県狭山市狭山1丁目10番地1 ホン  
 ダエンジニアリング株式会社内  
 (72) 発明者 馬場 大樹  
 埼玉県狭山市狭山1丁目10番地1 ホン  
 ダエンジニアリング株式会社内

最終頁に続く

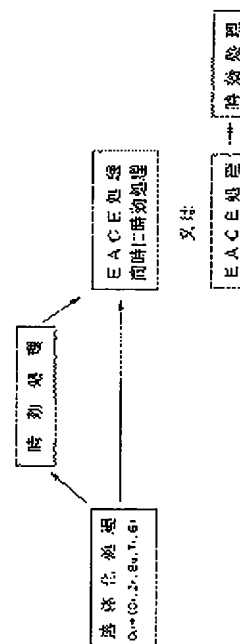
(54) 【発明の名称】 銅合金

(57) 【要約】

【課題】機械的強度と熱的・電気的特性に優れた銅合金を提供する。

【解決手段】高温でCrなどの元素を十分に母材金属（Cu）に固溶させ、次いで急冷して過飽和状態の素材を得た後、この素材に歪を与え、更にこの歪を与えるのと同時にまたは歪を与えた後に低温で時効処理を行う。これによって、電極材料として好ましい特性、例えば、硬度が30（HRB）以上、導電率が85（IACS％）以上、熱伝導率が350（W／（m・K））以上の銅合金が得られる。

【選択図】 図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

室温で固溶しないか殆んど固溶しない第2の元素を含んだ銅合金において、この合金の平均結晶粒径は $20\mu\text{m}$ 以下で、結晶粒子間に前記第2の元素が析出していることを特徴とする銅合金。

**【請求項 2】**

請求項1に記載の銅合金において、この銅合金は硬度が30 (HRB) 以上、導電率が85 (IACS%) 以上、熱伝導率が350 (W/(m・K)) 以上であることを特徴とする銅合金。

**【請求項 3】**

請求項1または請求項2に記載の銅合金において、前記第2の元素は、Cr (クロム)、ジルコニウム (Zr)、ベリリウム (Be)、チタン (Ti)、ホウ素 (B) のうちの何れかであることを特徴とする銅合金。

19

**【請求項 4】**

請求項1乃至請求項3に記載の銅合金において、この銅合金は溶接電極用の素材であることを特徴とする銅合金。

**【請求項 5】**

請求項1乃至請求項3に記載の銅合金において、この銅合金は電気自動車のコネクタ用の素材であることを特徴とする銅合金。

**【発明の詳細な説明】**

20

**【0001】****【発明の属する技術分野】**

本発明は、溶接の電極材料や電気自動車のコネクタの材料等に好適する銅合金に関する。

**【0002】****【従来の技術】**

自動車のEV (電気自動車) 化に伴い、ハーネス、ワイヤーの接続部品であるコネクタの使用量が増加傾向にある。またEV化では電子制御技術で安全性、燃費を確保することも目的に挙げられる。

自動車に組み込まれるコネクタは高温、振動という過激な環境下で使用されるため、接続信頼性、接触安定性が求められる。またEV化が進むにつれてエネルギー損失が少ない、つまり高導電率な銅系ばね材料が望まれている。

30

また、溶接の電極材料に関しても機械的強度、熱的特性及び電気的特性の全てにおいて所定値以上の特性が要求される。

**【0003】**

金属材料の機械的強度を向上せしめる手段として結晶組織の微細化を図ることが、ホール・ペッチの法則として知られている。

例えば、金属や合金材料を変形すると、加工硬化によって材料強度が上昇する。これは加工 (塑性変形) によって、材料中に種々の欠陥 (点欠陥、転位、積層欠陥など) が蓄積し、これら欠陥の相互作用の結果、新しい欠陥の導入・移動が困難になり、外力に対する抵抗を持つことになるからと理解されている。

40

**【0004】**

金属材料に塑性変形 (歪) を与えるには、従来から、押し出し、引き抜き、せん断、圧延、鍛造などが行われている。

具体的には、材料に高圧をかけながらねじるHPT (High Pressure Torsion) 法、括れのついたパイプの中を繰り返し通すCEC (Cyclic Extrusion Compression) 法、圧延で薄くなった金属板を切断して重ね合わせ繰り返し圧延するARB (Accumulative Roll Bonding) 法が提案され、特にアルミニウム合金に対しての微細化の具体的方法として、特許文献1、特許文献2、特許文献3、特許文献4などに開示される材料の断面減少を伴わない側方押し出しで、せん断変形を与えるECAE法が提案されている。

50

## 【0005】

一方、銅合金については特許文献5、特許文献6などに開示される方法が提案されている。この先行技術は銅合金のうちでも、水栓金具などの材料として使用される黄銅（Cu-Zn）の特性（切削性と脱亜鉛腐食）を改善するために、熱間押し出しによって動的再結晶を起こさせ、結晶の微細化と特定の結晶組織割合（ $\alpha$ 相、 $\beta$ 相、 $\gamma$ 相の割合）が得られるようにしたものである。

## 【0006】

また、クロム（Cr）、ジルコニウム（Zr）、ベリリウム（Be）、ホウ素（B）、チタン（Ti）などの室温で固溶しないか殆んど固溶しない元素を添加した時効硬化型の銅合金に対して所定の特性を引き出すには、先ず、溶体化処理によって、前記元素を高温で十分に固溶させた後、急冷して過飽和状態とし、この後所定の温度で時効処理することで過飽和状態となっていた添加元素を析出せしめるようにしている。

## 【0007】

## 【特許文献】

特許文献1：特開平9-137244号公報  
特許文献2：特開平10-258334号公報  
特許文献3：特開平11-114618号公報  
特許文献4：特開2000-271621号公報  
特許文献5：特開平11-140568号公報  
特許文献6：特開2000-355746号公報

## 【0008】

## 【発明が解決しようとする課題】

上述したアルミニウム合金や銅合金に対する加工硬化或いは時効処理をそのままクロム（Cr）、ジルコニウム（Zr）、ベリリウム（Be）、チタン（Ti）或いはホウ素（B）など添加した時効硬化型の銅合金に対して適用しても、機械的強度と熱的特性及び電気的特性の全てを両立させることができない。

## 【0009】

即ち、例えば電極材料として要求される熱的特性及び電気的特性を銅合金に発現せしめるには、固溶している添加元素をできるだけ多量に析出する必要がある。そして、多量に析出せしめるには時効温度を高める必要があるが、温度を高めると粒成長が進み機械的特性が低下してしまう。即ち、機械的強度と熱的・電気的特性とはトレードオフの関係にある。

## 【0010】

## 【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するため、本発明に係る銅合金は、Cr（クロム）、ジルコニウム（Zr）、ベリリウム（Be）、チタン（Ti）、ホウ素（B）などの室温で固溶しないか殆んど固溶しない第2の元素を含んだ銅合金であって、平均結晶粒径は20  $\mu$ m以下で、結晶粒子間に前記第2の元素が析出している構成とした。

## 【0011】

上記の構成の銅合金を得るには、例えば、高温で上記第2の元素を十分に母材金属（Cu）に固溶させ、次いで急冷して過飽和状態の素材を得た後（溶体化処理）、この素材に歪を与えて結晶の微細化を図る。

## 【0012】

素材に歪を与える手段としては、例えば、材料に対し側方押し出しでせん断変形を与えるECAE法とし、歪としては200%以上の伸びに相当するものとする。

歪を与える前の素材としては、溶体化処理したままのものでも所望する性能は得られるが、溶体化処理後に時効処理を施し、結晶粒間に第2の元素が析出しているものがより好ましい。

また、素材温度を400～1000℃、歪を与える際の押し出し温度（金型温度）を400～500℃とし、押し出し速度を約1mm/secとすることで、押し出しと同時に時効処理

を行って、結晶粒間に第2の元素の析出を促すようにしてもよい。勿論、押出しとは別に時効処理を施してもよい。

#### 【0013】

上記構成とすることで、スポット溶接、アーク溶接、プラズマ溶接などの電極材料或いは電気自動車に組み込まれるコネクタとして好ましい特性、例えば、硬度が30 (HRB) 以上好ましくは40 (HRB) 以上、導電率が85 (IACS%) 以上好ましくは90 (IACS%) 以上、熱伝導率が350 (W/(m·K)) 以上好ましくは360 (W/(m·K)) 以上の銅合金が得られる。

硬度が30 (HRB) 以上であると、電極材料の先端が変形して発熱してしまうことが防止でき、導電率が85 (IACS%) 以上であると、銅板と反応してくっついてしまうことを防止でき、熱伝導率が350 (W/(m·K)) 以上であると冷却効率が高まり溶接時の電極材料の溶着を防止できる。

#### 【0014】

##### 【発明の実施の形態】

以下に本発明の実施の形態を添付図面に基づいて説明する。図1は本発明に係る銅合金を得る工程を説明した図であり、先ず、母材 (Cu) にCr: 0.1~1.4 wt% 溶融し、これを急冷してCuにCrが過飽和に固溶した素材を得る。次いでこの素材に200% 以上の伸びに相当する歪を与える。尚、素材としては溶体化処理の後に時効処理がなされているものが好ましい。

添加元素がZrの場合は、0.15~0.5 wt%、Beの場合は、0.1~3.0 wt%、Tiの場合は0.1~6.0 wt%、Bの場合は0.01~0.5 wt%、とする。

#### 【0015】

図2はCu管を用いて歪を与える金型を示し、Cu管に上記混合物を充填し、金型温度を400~500℃とし、押し出し速度を約1mm/secとして、4回繰り返して押し出す (EACE処理)。このようにCrが過飽和に固溶した銅合金素材に歪を与える。この操作で、結晶粒径は200 μmが20 μm以下となる。

#### 【0016】

ここで、Δe: 歪量、φ: 接合内角の1/2、ERR: 加工前後の面積比、A0: 加工前の断面積、A: 加工後の断面積、EAR: 加工前後の相当断面積減少率、EE: 相当歪 (伸び) とすると、以下の関係が成立する。

$$\Delta e = 2 / \sqrt{3} \cot \phi$$

$$ERR = A_0 / A = \exp (\Delta e)$$

$$EAR = (1 - 1 / ERR) \times 100$$

$$EE = (ERR - 1) \times 100$$

#### 【0017】

上記の側方押し出し (EACE処理) によって結晶組織が微細化する。そして押し出し条件が時効処理と重なるため、微細化と同時に第2元素の析出も助長される。

このEACE処理によって得られた銅合金の結晶組織を図3 (a) の顕微鏡写真に示す。

またEACE処理前の結晶組織を同図 (b) の顕微鏡写真に示す。これら顕微鏡写真から、EACE処理によって結晶粒子間に添加元素が析出 (写真の黒い点) していることが分かる。

#### 【0018】

図4は金型温度と硬度との関係を示すグラフ、図5は金型温度と導電率との関係を示すグラフ、図6は金型温度と熱伝導率との関係を示すグラフであり、これらのグラフから本発明にかかる銅合金は、溶接チップなどの電極材料として要求される特性、即ち、硬度30 (HRB) 以上、導電率85 (IACS%) 以上、熱伝導率350 (W/(m·K)) 以上であることが分る。

#### 【0019】

即ち、図4~6からは、EACE処理を施していない素材 (溶体化処理+時効処理) は硬度は高いが、導電率と熱伝導率に劣り、溶体化処理のみを施した素材にEACE処理を施

10

20

30

40

50

した素材は硬度は低くなるものの、導電率と熱伝導率に優れ、更に溶体化処理後に時効処理を施した素材にEACB処理を施した素材は、硬度、導電率、熱伝導率の全てに優れることが分る。

#### 【0020】

従来のように単に時効処理を行っていたものより、写真からも明らかなように、歪を与えて時効すると、第2の元素が成分中のC、O、B、N等の不純物と反応し、炭化物、酸化物、硼化物、窒化物といった形で析出する。時効析出物が従来より増すことで、成分中の銅以外の元素が減少し、マトリックスは純銅に近い成分となり上記の特性が向上すると考えられる。同様の理由で、硬度が低下する現象も理解できる。

#### 【0021】

図7は本発明に係る銅合金と従来の銅合金の溶接性をスパッタ発生、張付きの有無で比較したグラフであり、本発明にかかる銅合金はアルミナ分散銅および時効処理前の銅合金に比較して、適正な電流条件は同等であり、また張り付きが生じない。

#### 【0022】

図8は本発明に係る銅合金と従来の銅合金の溶接性を連続打点数で比較したグラフであり、本発明にかかる銅合金を溶接チップとした場合には、1475打点が可能であった。

#### 【0023】

次に、添加元素としてチタン(Ti)を選定し、上記と同様の方法で銅合金を得た。得られた結果を図9乃至図12に示す。

図9はTi添加量と導電率の関係を示すグラフであり、元々Tiの最大固溶度は8wt%程度とあまり大きくないが、図9から時効処理しても約0.5wt%は固溶状態として残っている。この固溶しているTiが銅合金の導電率を低下させている原因と考えられる。

#### 【0024】

図10は、銅合金を470℃で2時間時効処理した後に、強加工(200%の伸びに相当する歪を付与)した銅合金と時効処理しただけの銅合金の導電率を示すグラフである。このグラフから、強加工した銅合金の導電率が大幅に向上していることが分る。この原因は、強加工によって固溶していたTiが析出したためと考えられる。

#### 【0025】

図11は、強加工した銅合金と時効処理しただけの銅合金の硬度を比較したグラフである。このグラフから、強加工した銅合金の硬度は時効処理しただけの銅合金の硬度よりも低くなっている。これは、固溶強化に寄与していたTiが強加工によって析出したためと考えられる。

#### 【0026】

図12は、硬度、導電率と強加工の温度との関係を示したグラフである。このグラフから、強加工しない場合には導電率に劣り、強加工の温度を上げるに従って硬度は低下するが導電率は向上することが分る。この原因も上記したように固溶強化に寄与していたTiが強加工によって析出したためと考えられる。

#### 【0027】

このように、時効処理では析出せしめることができなかった固溶状態のTiを強加工することを組み合わせることで、固溶しているTiを銅マトリックスから析出せしめることができ、しかも強加工の度合いを制御することで析出するTiの量を制御することができるので、目的に合致した特性の銅合金を作り出すことができる。

#### 【0028】

次に、添加元素としてホウ素(B)を選定し、各種方法で銅合金を製造した。得られた銅合金のホウ素(TiB)と導電率の関係を図13に示す。ここで、銅合金を得る方法として、▲1▼溶体化処理した溶製材を調製、▲2▼銅に化合物(セラミック)としてTiB粉末を添加、▲3▼銅にTi粉末とB粉末を単独で添加する方法を採用した。

図13から、製法として溶製材を選定した場合が最も導電率が高いことが判明した。尚、何れの製法でもTiBの添加割合の増加に伴って導電率は低下し、また強加工を行うことで導電率は向上する。

10

20

30

40

50

【0029】

【発明の効果】

以上に説明したように本発明に係る銅合金は、結晶組織が微細で且つ結晶粒子間に添加元素が多量に析出しているため、従来トレードオフの関係にあった機械的強度と熱的・電気的特性を両立させることができる。

特に、溶接チップなどの電極材料として要求される特性、具体的には硬度30（HRB）以上、導電率85（IACS%）以上、熱伝導率350（W／（m・K））以上の銅合金を得ることができる。

また、電気自動車のコネクタなどの部品としての特性に優れた銅合金をえることができる。

19

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明に係る銅合金を得る工程を説明した図

【図2】 EACE処理に用いる金型を説明した図

【図3】 （a）は本発明に係る銅合金の結晶組織を示す顕微鏡写真

（b）はEACE処理前の結晶組織を示す顕微鏡写真

【図4】 金型温度と硬度との関係を示すグラフ

【図5】 金型温度と導電率との関係を示すグラフ

【図6】 金型温度と熱伝導率との関係を示すグラフ

【図7】 本発明に係る銅合金と従来の銅合金の溶接性をスパッタ発生、張付きの有無で比較したグラフ

20

【図8】 本発明に係る銅合金と従来の銅合金の溶接性を連続打点数で比較したグラフ

【図9】 Ti添加量と導電率の関係を示すグラフ

【図10】 強加工した銅合金と時効処理しただけの銅合金の導電率を示すグラフ

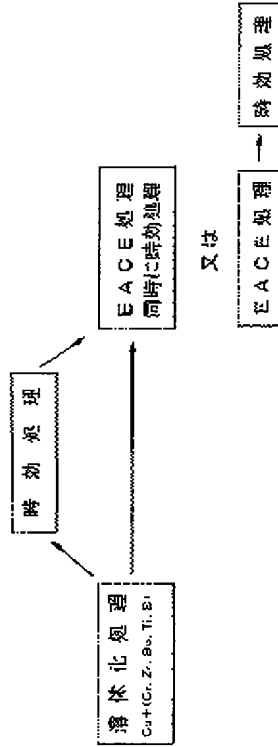
【図11】 強加工した銅合金と時効処理しただけの銅合金の硬度を比較したグラフ

【図12】 硬度、導電率と強加工の温度との関係を示したグラフ

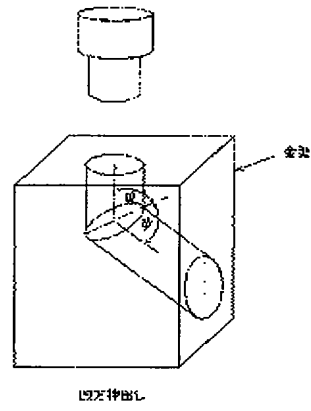
【図13】 TiBの添加方法と導電率の関係を示すグラフ



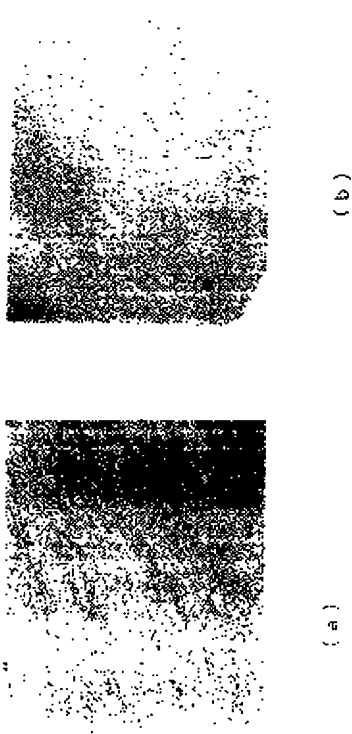
【図 1】



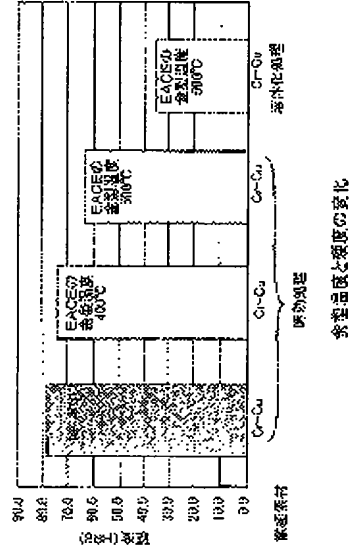
【図 2】



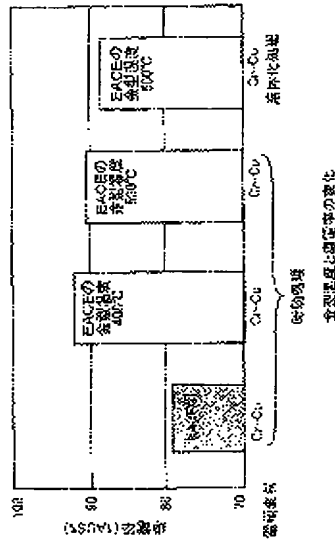
【図 3】



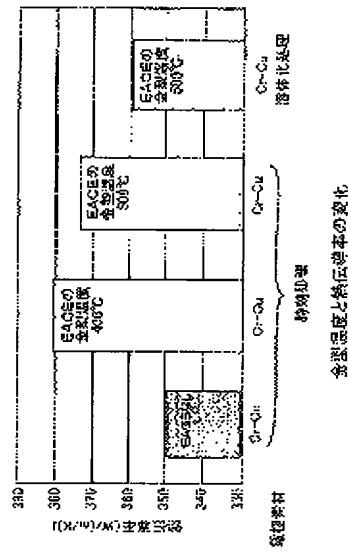
【図 4】



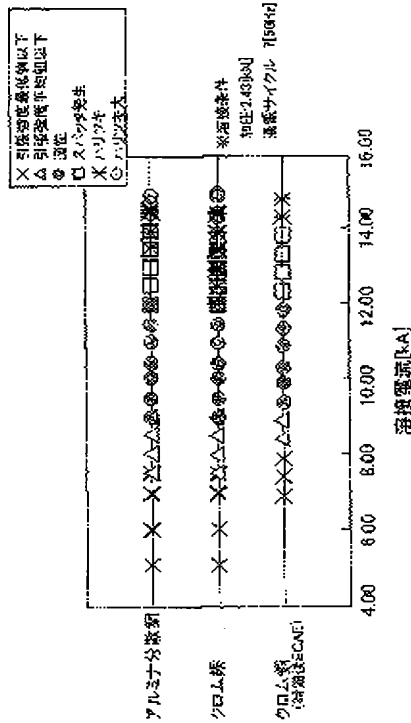
【図 5】



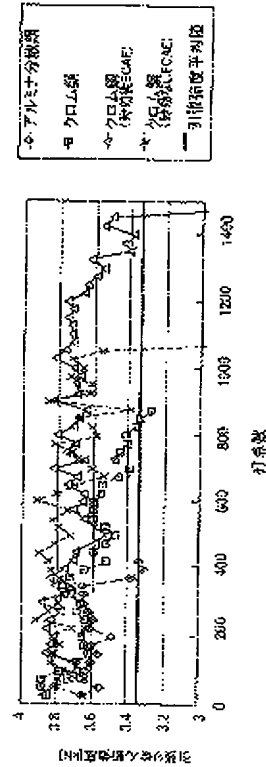
【図 6】



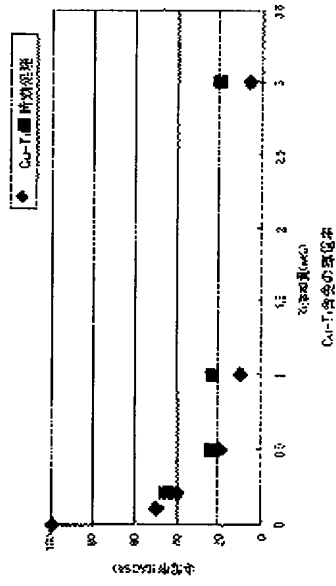
【図 7】



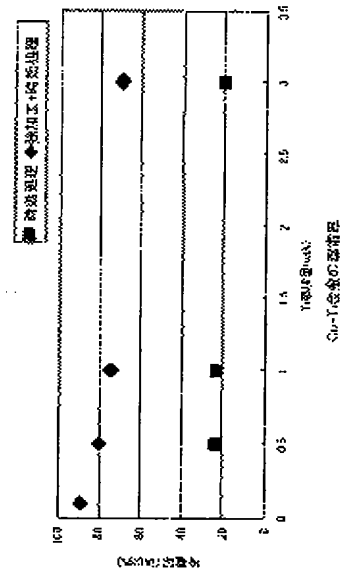
【図 8】



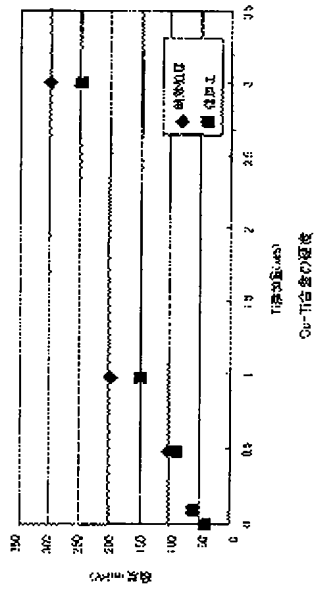
【図 9】



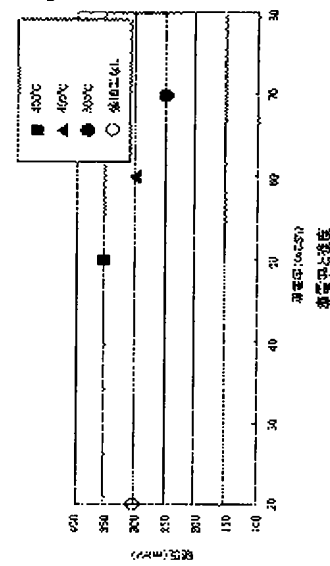
【図 10】



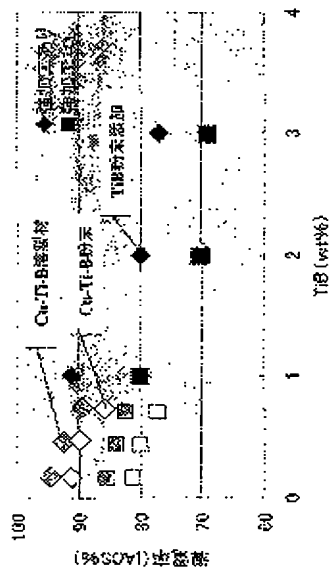
【図 11】



【図 12】



【図13】



TiB<sub>2</sub>の添加方法の違いによる腐食率変化

---

フロントページの続き

(72)発明者 大山 真哉

埼玉県狭山市狭山1丁目10番地1 ホンダエンジニアリング株式会社内

(72)発明者 堀向 俊之

埼玉県狭山市狭山1丁目10番地1 ホンダエンジニアリング株式会社内